



BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER LJUBLJANA  
GIMNAZIJA IN VETERINARSKA ŠOLA  
CESTA V MESTNI LOG 47, LJUBLJANA

# Fizikalno-kemijska analiza vina

## Projektna naloga

Mentorja:

Tomaž Žigon, prof. kem.;

Doc. dr. Miha Slapničar, prof. kem. in biol.;

Avtorja:

Samo Boben in Gaj Kosi

Dijaka 4.letnika biotehniške gimnazije

Ljubljana, april 2024

## Kazalo vsebine

Kazalo vsebine .....	II
Kazalo slik .....	IV
Kazalo grafov in tabel .....	V
Seznam okrajšav in simbolov .....	VI
Povzetek .....	1
Abstract .....	1
Zahvala .....	2
1    Uvod .....	3
1.1    Proizvodnja vina .....	3
1.1.1    Trgatev .....	3
1.1.2    Pecljanje in drozganje .....	3
1.1.3    Maceracija in fermentacija rdečih vin .....	4
1.1.4    Maceracija belih vin .....	5
1.1.5    Stiskanje .....	5
1.1.6    Bistrenje mošta belega vina .....	5
1.1.7    Fermentacija belega vina .....	5
1.1.8    Žveplanje .....	5
1.1.9    Staranje .....	6
1.1.10    Stekleničenje .....	6
1.2    Vrste grozdja .....	7
1.3    Sestava vina .....	7
1.4    Kemični dejavniki v vinu .....	7
1.4.1    pH .....	7
1.4.2    Količina alkohola .....	8
1.4.3    Količina vinske kisline .....	8
1.4.4    Količina SO <sub>2</sub> .....	8
1.4.5    Količina sladkorja .....	9
1.5    Fizikalni dejavniki v vinu .....	10
1.5.1    Kraj .....	10
1.5.2    Starost .....	11
1.5.3    Obsežnost pridelave (domače/komercialno) .....	12
2    Cilji in problem naloge .....	13
3    Hipoteze .....	14
4    Metode dela .....	15
4.1    Reagenti in raztopine .....	15

4.2	Vina .....	15
4.2.1	Sivi Pinot .....	15
4.2.2	Laški Rizling .....	15
4.2.3	Domači Rumeni muškat .....	15
4.2.4	Grozd Merlot .....	16
4.2.5	Syrah.....	16
4.2.6	Domača Modra frankinja .....	16
4.3	Naprave in pripomočki .....	16
4.3.1	pH meter .....	16
4.3.2	Ebulioskop.....	16
4.3.3	Spektrometer .....	17
4.4	Potek analiz .....	17
4.4.1	Analiza količine vinske kisline .....	17
4.4.2	Analiza količine SO <sub>2</sub> .....	18
4.4.3	Analiza vrednosti pH.....	18
4.4.4	Analiza količine alkohola .....	19
4.4.5	Analize količine sladkorja .....	19
4.4.6	Obdelava podatkov .....	19
5	Rezultati .....	20
5.1	pH .....	20
5.2	Količina alkohola .....	21
5.3	Količina sladkorja .....	21
5.4	Količina vinske kisline .....	22
5.5	Količina SO <sub>2</sub> .....	23
5.5.1	Količina vezanega SO <sub>2</sub> .....	24
5.5.2	Količina nevezanega SO <sub>2</sub> .....	24
	Razprava in diskusija .....	25
	Sklep.....	26
	Viri .....	28

## Kazalo slik

Slika 1 Pecljanje ( <a href="https://sraml.com/sl/pecljanje-in-drozganje/">https://sraml.com/sl/pecljanje-in-drozganje/</a> ).....	4
Slika	2
( <a href="https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.termomer.com%2Fs1%2Fmerjenje-temperature-vlage-vinski-kleti%2Fmaceracija-hladna-klasicna-toplotna-merjenje-temperature%2F&amp;psig=AOvVaw0iGOQzL4hh28XOO-_TLVEG&amp;ust=1713288824593000&amp;source=im">https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.termomer.com%2Fs1%2Fmerjenje-temperature-vlage-vinski-kleti%2Fmaceracija-hladna-klasicna-toplotna-merjenje-temperature%2F&amp;psig=AOvVaw0iGOQzL4hh28XOO-_TLVEG&amp;ust=1713288824593000&amp;source=im</a> ) .....	4
Slika	3
Stekleničenje	vina
( <a href="https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fmladivinar.si%2Fsteklenicena-avantura%2F&amp;psig=AOvVaw1hbIdfBI1sySi-X2Na2M2o&amp;ust=1713288920136000&amp;source=images&amp;cd=vfe&amp;opi=89978449&amp;ved=0CBIQjRxqFwoTCLDkzflGxIUDFQAAAAAdAAAAABAI">https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fmladivinar.si%2Fsteklenicena-avantura%2F&amp;psig=AOvVaw1hbIdfBI1sySi-X2Na2M2o&amp;ust=1713288920136000&amp;source=images&amp;cd=vfe&amp;opi=89978449&amp;ved=0CBIQjRxqFwoTCLDkzflGxIUDFQAAAAAdAAAAABAI</a> ).....	6
Slika	4
Staranje	vina
( <a href="https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fvinskevitrine.si%2Fzanimivosti%2Fstaranje-vina%2F&amp;psig=AOvVaw1NhpqDNMY4ctR_k3aCJ8Ht&amp;ust=1713289063167000&amp;source=images&amp;cd=vfe&amp;opi=89978449&amp;ved=0CBIQjRxqFwoTCPi_3KbhxIUDFQAAAAAdAAAAABAE">https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fvinskevitrine.si%2Fzanimivosti%2Fstaranje-vina%2F&amp;psig=AOvVaw1NhpqDNMY4ctR_k3aCJ8Ht&amp;ust=1713289063167000&amp;source=images&amp;cd=vfe&amp;opi=89978449&amp;ved=0CBIQjRxqFwoTCPi_3KbhxIUDFQAAAAAdAAAAABAE</a> ).....	11
Slika	5
Industrijska	pridelava
vina	
( <a href="https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.materialsperformance.com%2Farticles%2Fmaterial-selection-design%2F2015%2F09%2Fwineries-equipment-materials-and-corrosion&amp;psig=AOvVaw1bfITbq0LiUzeikJPoXMA-&amp;ust=17132892283">https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.materialsperformance.com%2Farticles%2Fmaterial-selection-design%2F2015%2F09%2Fwineries-equipment-materials-and-corrosion&amp;psig=AOvVaw1bfITbq0LiUzeikJPoXMA-&amp;ust=17132892283</a> ).....	12
Slika 6 Refraktometer ( <a href="https://www.vinarskepotreby.cz/refraktometr.html">https://www.vinarskepotreby.cz/refraktometr.html</a> ) .....	17

## Kazalo tabel

Tabela 1 Rezultati vseh meritev .....	20
Tabela 2 Vežan in nevezan SO <sub>2</sub> .....	23

## Kazalo grafov

Graf 1 pH vin.....	20
Graf 2 Količina alkohola v vinih.....	21
Graf 3 Količina sladkorja v vinih.....	21
Graf 4 Količina vinske kisline v vinih.....	22
Graf 5 Količina SO <sub>2</sub> .....	23
Graf 6 Vežan SO <sub>2</sub> .....	24
Graf 7 Nevezan SO <sub>2</sub> .....	24

## **Seznam okrajšav in simbolov**

SO<sub>2</sub> – žveplov dioksid

NaOH –natrijev hidroksid

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – žveplova kislina

## Povzetek

Vino je alkoholna pijača, za katero poznamo mnogo načinov pridelave, posledično pa se je razvilo ogromno različnih vrst vin. Pri najini raziskavi sva analizirala kemične značilnosti treh belih in treh rdečih vin, ki se razlikujejo po značilnostih. Uporabila sva dve suhi beli in dve suhi rdeči vini, kupljena v prosti prodaji, ter eno sladko belo in sladko rdeče domače vino. Od štirih komercialnih vin sta bili dve vini starani, rdeče vino je bilo staro 18 let, belo pa 16. Ostali vini sta bili sicer rdeče in belo, a poleg barve sta se razlikovali tudi v ceni in izvoru, rdeče vino merlot je cenejše, medtem ko je sivi pinot malo dražje. Vsa vina razen merlot, ki je hrvaškega izvora, prihajajo iz Slovenije. Slovenska vina prihajajo iz Goriških Brd, Metlike in Prlekije.

Analizirala sva naslednje razlike v vinih: vrednost pH, količina alkohola, količina sladkorja, količina vinske kisline in količina žvepla (posredno vezan v žveplovm(IV) oksidu  $\text{SO}_2$ ). Želela sva ugotoviti korelacije med lastnostmi vin kot so količina vinske kisline v različnih vrstah vin, spremembe vrednosti alkohola s staranjem vina, količine  $\text{SO}_2$  v različnih vinih ter razloge za vse ugotovitve. Ugotovila sva, da vina s staranjem izgubljajo količino alkohola. Poleg tega sva ugotovila da imajo rdeča vina zaradi naravno prisotnih antioksidantov, manjšo količino dodanega  $\text{SO}_2$ , večjo količino  $\text{SO}_2$  kot ostala vina pa imajo domača vina, zaradi manjše količine regulacij ter potrebe po preprečevanju oksidacije. Prav tako sva suha vina uspešno lahko razločila na suha ter sladka s pomočjo izmerjene količine sladkorja. Uspešno sva potrdila da imajo bela vina nižji pH kakor rdeča, saj se rdeča in bela vina razlikujejo v procesu maceracije, pri kateri se iz grozdnih kožic izločajo snovi, ki višajo pH. Poleg tega pa nama je uspelo potrditi, da imajo bela vina večjo količino vinske kisline, kot sva prebrala v literaturi.

## Abstract

Wine is an alcoholic beverage for which numerous production methods are known, resulting in the development of a vast array of different types. In our research, we analysed the chemical characteristics of three white and three red wines, each differing in properties. We used two dry white and two dry red wines purchased commercially, as well as one sweet white and one sweet red homemade wine. Of the four commercial wines, two were aged; the red wine was 18 years old, and the white was 16 years old. The remaining wines, both red and white, differed not only in colour but also in price and origin; the red Merlot wine was less expensive, while the Pinot Grigio was slightly more expensive. All wines, except for the Merlot, which is of Croatian origin, came from Slovenia. The Slovenian wines originated from Goriška Brda, Metlika, and Prlekija.

We analysed the following differences in the wines: pH, alcohol content, sugar content, tartaric acid content, and sulphur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) levels. We aimed to determine correlations between wine properties such as the amount of tartaric acid in different types of wine, changes in alcohol value with ageing,  $\text{SO}_2$  levels in various wines, and the reasons for all findings. We found that wines lose alcohol content with ageing. Additionally, we discovered that red wines, due to naturally present antioxidants, have a lower amount of added  $\text{SO}_2$ , whereas homemade wines have higher  $\text{SO}_2$  levels due to fewer regulations and the need to prevent oxidation. We were also able to successfully distinguish between dry and sweet wines using the measured sugar content. We confirmed that white wines have a lower pH than red wines, as red and white wines differ in the maceration process, during which substances that increase pH are released from the grape skins. Furthermore, we successfully verified that white wines have a higher tartaric acid content than reported in the literature.

## Zahvala

Zahvaljujema se mentorjema, ki sta nama potrpežljivo s svojimi nasveti in pomisleki olajšala delo. Vedno sta naju konstruktivno popravljala, preverjala najino sprotno delo in nama dala ustrezne pomisleke glede načrtov.

Zahvaljujema se profesorici in profesorju Tjaši Klemen in Mihi Koscu, ki sta naju pri pouku biotehnologije navdušila za raziskave in nama dala idejo za izvajanje pričujoče naloge.

Rada bi se zahvalila tudi laborantom Metodu Kovaču in Tei Gajšek Kodrič ter profesorju Roku Demiču, ki so nam omogočili delo v laboratoriju, ko je bil najin mentor zadržan s poukom, ter podaljšali svoj delovnik, ko kakšna analiza ni potekala, kot bi bilo treba.

Zahvaljujema se Biotehniškemu izobraževalnemu centru, ki nama je s svojimi izvrstnimi laboratoriji in profesorji omogočil izvajanje te naloge.



## Uvod

Vino, svetovno znana in razširjena pijača z zgodovino, ki sega tisoč let pred našim štetjem še vedno ni izgubilo svojega čara in razširjene priljubljenosti med ljudmi. Leta 2022 se je svetovno proizvedlo 258 milijonov hektolitrov vina. A kljub temu, da je to ogromna količina, je številka začela padati (Conway, 2023).

Skozi čas smo ljudje vino začeli proizvajati na mnoge načine, to nas je privedlo tudi do tega, da smo z nekaterimi metodami ali sestavinami odkrili čisto nova vina. Ljudje so skozi čas eksperimentirali pri pridelavi vin z mnogimi sadeži, velika količina teh je tropskega in subtropskega izvora, vključno z grozdem, jabolki, hruškami, marelicami, jagodami, breskvami, češnjami, pomarančami, mangom, bananami in ananasom, struktura teh omogoča pridobivanje obilnih količin soka med ekstrakcijo. Po fermentaciji je mogoče te sadne sokove, kakor grozdni sok, pretvoriti v vino. Kljub temu je grozdje najbolj ustrezno za vinogradništvo. Tehnike, uporabljene pri proizvodnji drugih sadnih vin, so zelo podobne tistim, ki se uporabljajo pri pridelavi belih in rdečih vin (Divate, Thakor, Swami, 2014).

### 1.1 Proizvodnja vina

Proizvodnja vina se razlikuje glede na tip vina, ki ga pripravljamo. Proces proizvodnje rdečih in belih vin je podoben, ampak je zaporedje korakov drugačno.

#### 1.1.1 Trgatev

Proizvodnja vseh vin se začne s trgatvijo, ta se lahko izvaja ročno (ročno je bolj zanesljivo, sploh če so brači izkušeni) ali strojno, a oba načina imata enak cilj – grozdje pripeljati čim hitreje in čim manj poškodovano v klet (željeno okoli tri ure). Na manjših družinskih vinogradih to po navadi ni velik problem, saj imajo praviloma vinske kleti v bližini vinogradov. V večjih industrijskih vinarnah pa predstavlja transport eno mnogih kritičnih točk v proizvodnji, saj se bo kakovost prispelega grozdja izrazila v kakovosti vina. Trgatev je v svetu vinogradnikov velik pojem, zajema celotni proces predelave grozdja, to pomeni obiranje, transport, prevzem in stiskanje grozdja. Ker se med procesom grozdje poškoduje, se kmalu začnejo razni kemijski in mikrobiološki procesi in med temi se vinogradniki poskušajo najbolj izogniti oksidaciji, spontani alkoholni oksidaciji in segrevanju, saj vse to zniža kvaliteto kasnejšega vina (Nemanić, 2011).

#### 1.1.2 Pecljanje in drozganje

Pred stiskanjem grozdja sta na vrsti še pomembna procesa za kvaliteto vina, pecljanje in drozganje. Postopek pecljanja je opravljen zaradi preprečitve ekstrakcije določenih fenolov iz pecljev in pecljevine, prav tako pa postopek tudi zmanjša stiskalni volumen. Fenoli, ki so najdeni v pecljih so bolj grenki kot tistim najdeni v pečkih in kožicah. Pecljanje je opravljeno takoj po trgatvi, da se grozdje ne segreva in tako kvasovke prekomerno razmnožujejo, kar pa lahko vodi tudi do okužbe z bakterijami (Kren, 2016).

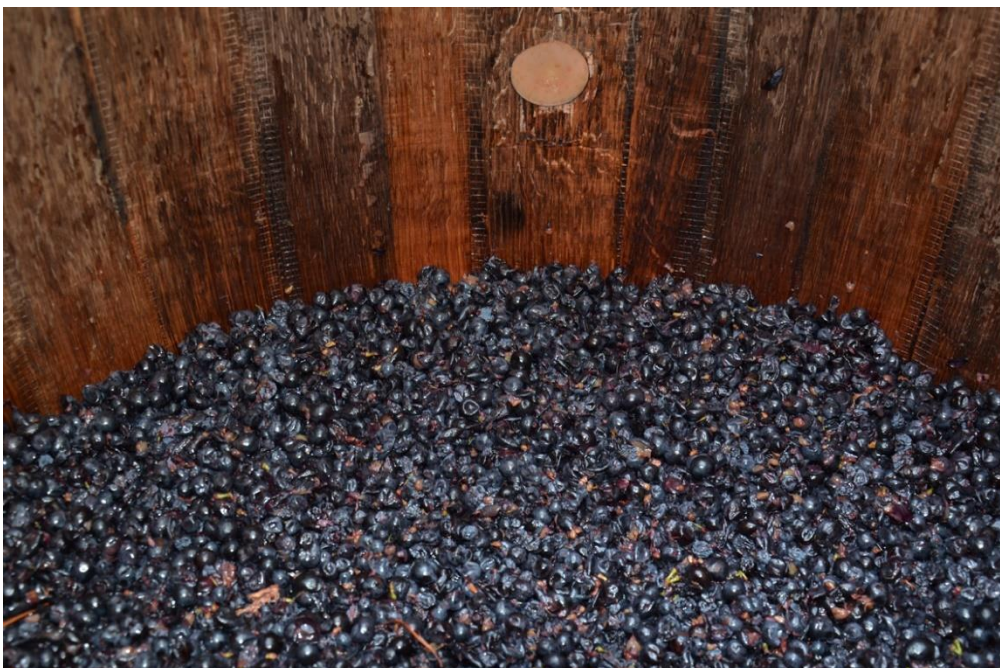
Po pecljanju se opravi še drozganje, to pa je proces, pri katerem se stisne tekočino iz grozdne jagode. Po navadi se to izvaja s strojem, ki z dvema valjema stiska grozdje, pomembno je tudi, da valja ne poškodujeta pečke, saj iz oksidirane olja teh nastanejo neželeni vonji pri vinu (Kren, 2016). Od te točke dalje se tudi razlikujejo procesi pridelave belega in rdečega vina.



Slika 1 Pecljanje ( <https://srامل.com/sl/pecljanje-in-drozganje/> )

### 1.1.3 Maceracija in fermentacija rdečih vin

Glavna razlika med belim in rdečim vinom je prav v maceraciji. Pri rdečem vinu se pred stiskom razcepljano grozdje fermentira z lastnimi kožicami v odprti kadi – fermentacija je na vrsti pred stiskanjem. Tako tu potekata dva kakovostna procesa, izvaja se alkoholno vrenje in maceracija. Alkoholno vrenje se spodbuja s ponovnim potapljanjem kosov grozdja v moštu, ki se dvigne zaradi vsega ogljikovega dioksida, ki poleg etanola nastaja pri vrenju, med tem se doda tudi kvasovke, ki so ključne pri tem postopku. Pri maceraciji pa se pridobi veliko kakovostnih arom, barve in ostalih dragocenih sestavin iz jagodnih kožic. To so večinoma tanini, to so fenolne spojine, ki pripomorejo k suhosti vina in se v vino izločijo ob maceraciji in ob stiku s hrastovim sodom. Pri rdečem vinu se praviloma maceracijo izvaja dva do štiri tedne, lahko pa tudi manj (Nemanič, 2011).



Slika 2 Maceracija ( <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.termomer.com%2Fsl%2Fmerjenje-temperature-vlage-vinski-kleti%2Fmaceracija-hladna-klasicka-toplotna-merjenje-temperature%2F&psig=AOvVaw0iGOOzL4hh28XOO-TLVEG&ust=1713288824593000&source=im> )

### 1.1.4 Maceracija belih vin

Pri belih vinih je maceracija zelo kratek postopek. Včasih se ga sploh ne izvaja, saj je, kakor nam pove ime, v belih vinih barva nezaželena, pojavi pa se prav pri maceraciji. Pri tistih belih vinih, pri katerih pa se maceracija izvaja, pa je to navadno poseben krajši postopek, pri katerem se kožice v moštu namaka od štiri do osem ur pri 18 °C. Ta tip maceracije se pogosto uporablja pri Sauvignon in Semillon sortah grozdja. Pri belih vinih se izrazi v okusu (malo višji pH in vsebnost kalijevih soli) in izgledu, zaradi krajšega trajanja pa ne v barvi (Robinson, 2006).

### 1.1.5 Stiskanje

Pri belih vinih se stiskanje izvaja pred fermentacijo, medtem ko je pri rdečih ta bila že opravljena. Pomembno je najti uravnoteženo moč stiskanja, tako da dobimo čim več soka, brez da bi vplivali na njegovo kvaliteto. »Namen stiskanja je stisniti sok iz mošta, polnega ostankov grozdnih jagod. Med stiskanjem se loči trda (tropine) od tekoče (mošt) faze. S stopnjevanjem pritiska se povečujejo v tekoči fazi neželene snovi. Te problematične snovi se nahajajo domnevno v pecljih, pečkih in jagodni kožici. S poškodbami se ne povečujejo samo grobe droži, temveč tudi delež neželenih snovi. Kakovost vina se zaradi tega zmanjšuje. V koliki meri se grozdje poškoduje, je odvisno tudi od elastičnosti in odpornosti jagodne kožice.« (Nemanič, 2011,51).

### 1.1.6 Bistrenje mošta belega vina

Glede na stanje grozdja se kletar odloči za postopek bistrenja. Ta se razlikuje glede na dodatek encimov in bistril, kot je na primer bentonit. Bistrenje je postopek, ki traja od 12 do 24 ur, pri katerem se iz vina odvzame različne makro elemente in hranila, da bi dobili bistrejše vino. Bistrenje po navadi poteka s centrifugo. Bistrenje je zelo priporočljivo za mošte z večjimi količinami gnilega grozdja (Nemanič, 2011).

### 1.1.7 Fermentacija belega vina

Fermentacija belega vina ni izvajana ob maceraciji. »Največja razlika med fermentacijo belega in rdečega mošta je v temperaturi. Idealna temperatura za normalen potek alkoholnega vrenja in razvoj sadnih nežnih arom je med 17 in 18 °C. Če je bilo izvedeno razsluzenje z nizko temperaturo (in SO<sub>2</sub>), se doda kvasni nastavek potem, ko se dvigne temperatura na 15 °C. Ko se dvigne temperatura mošta v vrenju na 17 °C, se po potrebi ohlaja, da ne bi ušla čez 20 °C. Ukrep ohlajanja je zahtevnejši in dražji šele pri 20 °C« (Nemanič, 2011, 82). Po končani fermentaciji dobimo mlado sveže belo vino.

### 1.1.8 Žveplanje

Velik problem, na katerega naletijo vinogradniki, je oksidacija vina. Ta se začne, ko je vino izpostavljeno zraku in ima zelo slab vpliv na okus vina. Etanol oksidira, kar pomeni, da se s pomočjo kisika počasi spreminja v acetaldehid in posledično tudi v očetno kislino, to pa seveda v vinogradništvu ni zaželeno. Oksidacija vina vpliva na okus in delež alkohola v vinu, ta naj bi spominjala na »oksidirana jabolka«, povzroča pa tudi glavobole pivcev (Nemanič, 2011).

V sodobni proizvodnji vin je žveplo (vezano v SO<sub>2</sub>) nenadomestljivo pri produkciji vina in je tudi najcenejša oblika preprečevanja oksidacije med procesom. Vino se žvepla med procesom proizvodnje vina (po navadi med drozganjem in fermentacijo) in pred stekleničenjem, saj so mlada vina (še posebej z majhnim odstotkom alkohola in višjim pH-jem) najbolj ogrožena. Žvepla se ob začetku in koncu procesa, navadno se žveplo doda en teden po končanem alkoholnem vrenju, a lahko tudi prej, saj čim višji je pH, tem hitreje je potrebno žveplati (Nemanič, 2019).

### 1.1.9 Staranje

Povprečen čas staranja lahko traja od nekaj mesecev do več let, odvisno od sloga vina in želenih značilnosti. Staranje ima pomemben vpliv na vino, saj vpliva na njegov okus, aromo in celotno kakovost. Rdeča vina se večinoma starajo v hrastovih sodih, bela pa v cisternah. Med staranjem se v vinu pojavljajo različne kemične reakcije, ki prispevajo k razvoju in kompleksnosti vina. Eden od ključnih učinkov staranja je interakcija med vinom in lesom pri staranju v sodih. Vrsta lesa, uporabljenega za izdelavo sodov, lahko vino obogati z različnimi okusi in aromami, najboljši je seveda hrast, saj pripomore k bolj polnemu okusu. Staranje omogoča oksidacijo alkoholov in aminokislin v vinu, kar lahko privede do nastanka novih spojin in prispeva k kompleksnosti okusa in arome vina (tanini). Staranje vina se lahko razlikuje glede na vrsto vina, želeno kakovost in uporabljeno metodo staranja (Carpena, Pereira, Prieto, Simal-Gandara, 2020).

### 1.1.10 Stekleničenje

Po staranju je zadnji del procesa pridelave vina stekleničenje. Ta poteka v treh korakih. Prvi korak je temeljito čiščenje in sterilizacija steklenic, plutovin ter druge opreme, kar je ključnega pomena za preprečevanje kontaminacije in ohranjanje nedotaknjene kakovosti vina. Naslednja koraka sta polnjenje steklenic in izbira načina zapiranja steklenice (Strobl, 2019). Zamaški iz plute so najbolj razširjeni način zapiranja steklenice že od začetkov pridelave vina. Med plutovinastimi, plastičnimi in steklenimi zamaški ni veliko razlike glede na vpliv na kemično sestavo vina (dokler seveda vsi zadržijo vdor zraka), zanimivo pa je, da vina, za katera se domneva, da izvirajo iz steklenice, zaprte s plutastim zamaškom, dobijo bistveno višje ocene glede na videz, okus in splošno kakovost, kar kaže na pristranost in subjektivnost organoleptičnih analiz (Reynolds, Rahmanb, Bernardb, Holbrookc, 2018).



Slika 3 Stekleničenje vina (<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmladivinar.si%2Fsteklenicena-avantura%2F&psig=AOvVaw1hbldfBIIsySi-X2Na2M2o&ust=1713288920136000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIOjRxqFwoTCLDkzFLgxIUDFOAAAAAAdAAAAABAI>)

## 1.2 Vrste grozdja

Grozdja se razlikujejo po svoji barvi, kislosti, količini sladkorja in v zahtevanem procesu obdelave.

Svetovno najbolj razširjena grozdja, ki se jih uporablja za pridelavo rdečega vina, so:

- Merlot
- Cabernet Sauvignon
- Pinot noir
- Syrah

(Zraly, 2009).

Svetovno, najbolj razširjena grozdja, ki se jih uporablja za pridelavo belega vina, so:

- Chardonnay
- Sauvignon blanc
- Pinot blanc
- Rizling

(Zraly, 2009).

## 1.3 Sestava vina

Vino je kompleksna mešanica več sto spojin, mnoge od njih so prisotne v zelo nizkih koncentracijah, kljub temu pa igrajo pomembno vlogo pri njegovem razvoju in kakovosti. Na splošno so povprečne koncentracije glavnih sestavin vina voda, etanol, glicerol, polisaharidi, različne vrste kislin in žveplo (Nemanič, 2011).

## 1.4 Kemični dejavniki v vinu

Kakor v vsakem živilu, je tudi v vinu veliko kemičnih dejavnikov, ki vplivajo na njegovo končno sestavo. V svoji nalogi sva raziskala le naslednje: pH, količina alkohola, količina sladkorja, količina vinske kisline in količina SO<sub>2</sub>.

### 1.4.1 pH

Med pridelavo vina vpliva na pH veliko ukrepov v pridelavi. Pri maceraciji se dolgo počivanje mošta v kožicah grozdov jagod izrazi v malo višjem pH-ju (zato imajo tudi rdeča vina višji pH kot bela), medtem ko pa se stiskanje celega grozdja, brez maceracije, izrazi v nižjem pH-ju (bela vina). Velik vpliv na pH ima tudi pecljanje, pH pecljev je navadno okoli 4 in če se pri proizvodnji pecljev ne znebi (pecljanje), te vplivajo na končni pH - tega zvišujejo. Bela vina imajo po navadi pH okoli 3-3,5, rdeča vina pa okoli 3,5-3,7. (Nemanič, 2011).

pH vrednost izraža koncentracijo vseh H<sup>+</sup> ionov, pri čemer upošteva le proste H<sup>+</sup> ione in ne vključuje tistih, ki so vezani v mineralih. Vpliva na različne kemične in biokemične procese v pridelavi vina, kot so učinkovitost SO<sub>2</sub> (žvepla) pri zaviranju mikroorganizmov, vpliv na delovanje bistrilnih enoloških sredstev, regulacija mlečnokislinskih bakterij, aktivnost encimov, disociacija kislin (predvsem vinske in jabolčne kisline v vinu), barva rdečih vin (višji pH zmanjšuje barvo in poudarja vijolični odtenek), občutljivost na oksidacijo (višji pH pospešuje oksidacijo), električni naboj beljakovin in s tem povezana stabilnost ter stabilnost težkih kovin (Nemanič, 2019).

### 1.4.2 Količina alkohola

Veliko ljudi bi reklo, da pije vino zaradi okusa, ne zaradi vsebnosti alkohola, mnogo ljudi pa bi trdilo ravno nasprotno, da vinu svoj čar da ravno vsebnost alkohola. Alkohol ima ogromen vpliv na končni okus vina in njegove značilnosti. Pri alkoholnem vrenju se sladkor s pomočjo kvasovk (to so navadno kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*) ob anaerobnih pogojih spremeni v alkohol in ogljikov dioksid. Sladkor, ki se pri proizvodnji vina spremeni v alkohol, je saharoza, ki se med zorenjem grozdnega jagodičja kopiči v vakuolah jagode kot glukoza in fruktoza (Cosme, Vilela, Jordão, 2015). Na količino alkohola v vinu lahko vpliva ogromno dejavnikov, ti so lahko odvisni od sorte grozdja, lege vinograda (količina sonca), načina obdelave grozdja, dolžine in temperature fermentacije, dodatkov itd. Na splošno imajo rdeča in bela vina 11 % do 14 % alkohola, razlog za to je želja po ravnovesju med sladkostjo, kislostjo in alkoholom (Nemanič, 2011). V povprečju imajo rdeča vina rahlo višje vsebnosti alkohola, vendar je to zgolj preferenca vinarjev, ne pa posledica različnih postopkov med belimi in rdečimi vini.

### 1.4.3 Količina vinske kisline

Vinska kislina oz. 2,3-dihidroksibutandiojska kislina (ang. Tartaric acid) je v vinu neposredno povezana s količino jabolčne kisline; »Razmerje med tema dvema kislinama je kazalec kakovosti grozdja, kar je odvisno predvsem od vremenskih pogojev letnika. Ti dve kislini se med zorenjem ne razgrajujeta na enak način. Jabolčna kislina, ki je veliko več v času barvanja jagod, izginja bistveno hitreje in pravilneje kot vinska. V slabih letnikih je ob trgatvi opazno več jabolčne kisline. Vinska kislina pa je bolj stabilna v času in prostoru« (Nemanič, 2011, 37). Navadno je koncentracija skupnih kislin okoli 7g/l. Vinska kislina se lahko v obliki drobnih kristalov vinskega kamna (kalijev bitartrat) izloča na zamaških ali dnu vinskih steklenic. Kristali niso nevarni, čeprav mnogi mislijo, da so zdrobljeno steklo. V mnogih primerih niso zaželeni, ker lahko spremenijo profil vina. Vinski kamen se izloča tudi v sodih, v katerih zori vino, in je bil kot tak dolgo časa pomemben industrijski vir vinske kisline. Ker se vinska kislina težje razkrajja kot druge v vinu prisotne kisline in ker je redko 'žrtev' mikrobov prisotnih v vinu, jo vinarji pogosto dodajajo, kadar je samo grozdje premalo kislo. Med vinarji je standard približno 0,7 % s titracijo določljive kisline (predvsem vinska kislina) v rdečih, ter približno 0,8 % v belih vinih (Eisenman, 1998).

### 1.4.4 Količina SO<sub>2</sub>

Žveplo dioksid je daleč najpomembnejši dodatek v vinu, včasih je tudi edini. Igra veliko vlogo pri zaustavljanju očetno-kislinskega vrenja, ki se lahko pri pridelavi vina hitro zgodi. Kot nam pove ime, se pri očetno-kislinskem vrenju tvori očetna kislina. To se dogaja v kvasovkah, pri aerobnih pogojih in prav ta kislina daje vinu slab, kisel okus - ga pokvari. Dodatek SO<sub>2</sub> med proizvodnjo in stekleničenjem vina je nepogrešljiv, a lahko ima tudi slabe lastnosti (Nemanič, 2011). Če je v vinu preveč žvepla, se to izrazi v grobem in grenkem okusu. V vinih najdemo SO<sub>2</sub> v različnih oblikah in količina posamičnih oblik je v pH pogojenem ravnotežju. Prva oblika, najdena v nižjih pH, je teoretično H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>- teoretično pa, ker ni v vinu nikoli zaznana v taki obliki, pač pa se takoj pretvori v SO<sub>2</sub> plin ter vodo - ta oblika SO<sub>2</sub> ima antimikrobno funkcijo. Poleg te se žveplo pojavlja tudi v obliki HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> ki, kot prej omenjeno, preprečuje nastajanje očetne kisline, torej ima funkcijo antioksidanta. Ta oblika žvepla je v 'vinskem' pH najbolj številčna. Tretja oblika žvepla je še sulfidni ion, SO<sub>2</sub><sup>-</sup>, ki pa se pojavlja pri višjih pH, in je tako v vinu praktično neprisoten (Thi Nguyen, 2021). Poleg teh pH odvisnih oblik, delimo SO<sub>2</sub> še na dve vrsti - vezanega in prostega. Vezan SO<sub>2</sub> je tisti, ki se je v vinu že vezal na škodljive molekule in ga več ne »varuje«, prosti pa je tisti, ki se še v vinu ni vezal. Skupnega SO<sub>2</sub> je v rdečih vinih po navadi okoli 100 mg na liter, v belih pa okoli 110 (Ferreira, Bueno,

Carrascon, 2017). Količina uporabljenega SO<sub>2</sub> je prav tako odvisna od pH vina ter količine sladkorja – vina z nižjim pH ter nižjo količino sladkorja potrebujejo manj dodajanja žvepla.

### **1.4.5 Količina sladkorja**

Sladkor je verjetno najpomembnejša snov, ki sestavlja vino. Brez sladkorja vino sploh ne bi nastalo, saj je sladkor tista snov, ki fermentira v alkohol. Sladkor se skozi razvoj vina drastično spreminja. Sestavlja 10 do 25 % sestave jagodnega soka, med temi so večinoma heksoze, od teh glukoza in fruktoza. To sta sladkorja, ki se pri procesu fermentirata. Poleg heksoz pa so v grozdu tudi pentoze, to so pa sladkorji, kakor arabinoza in ksiloza, katera dva pa ne fermentirata in sta kasneje prisotna v vinu. Načeloma imenujemo vino z majhno količino sladkorja suho vino, tisto z večjimi količinami pa sladko vino (Nemanič, 2011).

## 1.5 Fizikalni dejavniki v vinu

Med fizikalne dejavnike štejeva tiste dejavnike, ki posredno vplivajo na sestavo in okus vina.

### 1.5.1 Kraj

Kraj, iz katerega vino prihaja, ima lahko ogromen vpliv na končni okus vina. Pod kraj in območje se šteje ogromno dejavnikov in med glavne štejemo podnebje (temperatura in količina sončne svetlobe), topografijo (nadmorska višina, nagib, slemenitev), bližino morja in prst.

Podnebje ima ogromen vpliv na kvaliteto grozdja in kasneje seveda tudi vina. Najpomembnejša dejavnika podnebja, ki vplivata na fiziologijo vinske trte v rastni sezoni, sta temperaturna in svetlobna intenzivnost. Temperatura vpliva na razvoj grozdja in na reakcije ob pridelavi vina. Visoke temperature, zlasti tiste nad 40 °C, lahko negativno vplivajo na rast vinske trte. Lahko poslabšajo fiziološke funkcije, kot so cvetenje, rast jagodičja in nalaganje sladkorja v grozdju. Izpostavljenost visokim temperaturam lahko povzroči zmanjšano kopičenje sladkorja, manjše jagode in zmanjšano kakovost sadja. Visoke jakosti svetlobe v kombinaciji z visokimi temperaturami lahko poslabšajo negativne učinke na zmogljivost rodnosti vinske trte. Optimalna temperatura za rast grozdja je od 20 do 30°C pri zmerni količini svetlobe, to pomeni pri normalno dolgih dnevih (Rogiers, Greer, Abeyasinghe, 2019). Prav tako pa podnebje in vremenske razmere vplivajo na razvoj kislin v vinu, saj je jabolčna kislina veliko bolj prisotna v slabih letnikih, medtem ko je vinska kislina prisotna, ko so ti dejavniki bolj umirjeni (Nemanič, 2011).

Topografija je geografski pojem, ki zajema značilnosti površja zemlje, kot so nadmorska višina, nagib in slemenitev, pomen le te je neposredno povezan s prej omenjeno temperaturo in svetlobno intenzivnostjo. Optimalna višina je seveda odvisna od vrste vina, ki ga želimo pridelati in grozdja, ki ga gojimo. Kljub temu pa navadno drži, da so hribi in griči, prav zaradi svojih malo nižjih povprečnih temperatur boljši od ravnin, na nižji nadmorski višini in z višjimi temperaturami. Prav tako je pri bolj hribovitih ali gričastih pobočjih prednost to, da so tam noči malo hladnejše, kar pomaga pri ohranjanju kislosti v vinu, to pa je pomembno za uravnavanje vseh okusov v vinu (Mansour, Ghanem, Nassif, Hassoun, Del Caro, 2022).

Bližina morja ni nujna stvar pri vinogradništvu, je pa nekaj, kar se v vinu hitro pozna. Vzrok za to je malo hladnejša stalna temperatura, ki jo ohranja morje, in kakor omenjeno zelo pripomore h kakovosti vina. Bližina morja se izrazi tudi v kakovosti prsti, saj ima ta več mineralov in nižjo pH vrednost kakor prst, ki je bolj oddaljena od morja. Praviloma so zato obmorska vina bolj kislina in rdeča (Nemanič, 2011).

Pomembne značilnosti, ki jih mora imeti prst za optimalno rast grozdja in končno kvaliteto vina, so pH, količina vode in količina dušika. Najboljši pH prsti za rast vinogradov je okoli 5,5 do 6,5. Previsok ali prenizek pH bo vplival na končni donos grozdja, saj bo rast zaradi neustreznega pH, ki vpliva na prisotnost mnogih mikroelementov potrebnih za dobro rast grozdja, slabša (Brown, 2013). Količina vode in dušika vplivata na rast listja in krošnje okoli grozdja. Če je teh preveč, se bo okoli grozdja naraslo preveč listja, ki bo preprečilo dostop do svetlobe in grozdju nižalo kvaliteto. Če je pa v zemlji premalo vode in dušika, bo to zaviralo rast trte in posledično tudi grozdja, saj ju potrebuje za zdravo rast (Wheeler, Pickering, 2006).



## 1.5.2 Starost

Pogosto mišljenje potrošnikov je, da se vina s časomboljšajo in da so namenjena temu, da se starajo na polici. V resnici je 90 % vin namenjeno užitju v enem letu po stekleničenju in le en odstotek vin je namenjen staranju za več kot pet let. To je zato, ker se vino s starostjo spremeni, praviloma na slabše. Sposobnost staranja se razlikuje pri vseh vrstah vin, odvisna je od sorte grozdja, vsebnosti taninov, vremenskih razmer, v katerih je grozdje raslo, kraj od koder vino prihaja in še posebej od procesa pridelave. Načeloma se rdeča vina lahko starajo dlje, in sicer zaradi maceracije (in hranjenja v hrastovih sodih), katere so deležna pri zgodnjih korakih pridelave. Pri maceraciji se v vino iz kožic jagod izloči mnogo koristnih taninov, ki, poleg dodajanja mnogih arom v vino, pomagajo tudi pri ohranjanju vina, saj so naravni konzervansi. Količina taninov je zelo pomembna za staranje in ohranjanje vina, saj ti ohranjajo kakovost vina zaradi svoje sposobnosti vezanja z drugimi sestavinami. Čez čas to lastnost izgubijo in se začnejo vezati v dolge verige in tako začne vino dobivati mehkejši okus. Seveda pa je na koncu vse odvisno od shranjevanja in stekleničenja vina, to more biti nepredušno zaprto, da se prepreči oksidacija v vinu, ki bi zaradi tvorjenja očetne kisline povzročila, da dobi vino kisel okus (Zraly, 2009). V staranem vinu je tudi večja količina estrov, saj se ti tvorijo, ko alkohol reagira z različnimi kislinami v vinu, ob enem pa se ti estri tudi razgrajajo nazaj v kisline in alkohol. Tako se lahko čez leta zaradi prisotnosti različnih estrov rahlo spreminja okus vina. Drži pa, da se čez čas vinu pH zviša, a za zelo majhne količine (Zraly, 2009).



Slika 4 Staranje vina

([https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fvinskevitrine.si%2Fzanimivosti%2Fstaranje-vina%2F&psig=AOvVaw1NhPqDNMY4ctR\\_k3aCJ8Ht&ust=1713289063167000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIOjRxqFwoTCPi\\_3KbhxiUDFQAAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fvinskevitrine.si%2Fzanimivosti%2Fstaranje-vina%2F&psig=AOvVaw1NhPqDNMY4ctR_k3aCJ8Ht&ust=1713289063167000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIOjRxqFwoTCPi_3KbhxiUDFQAAAAAAdAAAAABAE))

### 1.5.3 Obsežnost pridelave (domače/komercialno)

Kot pri mnogih živilih se razlike med komercialnimi in domačimi vini vidi v količini dodanih aditivov, umetnih sladil, alergenih spojin itd. Vina iz domačih kleti so proizvedena v manjših količinah in zanje ni predpisano, da sledijo različnim zdravstvenim standardom, kar se lahko v vinu izrazi pozitivno ali negativno. Seveda so vsa domača vina proizvedena drugače, načeloma pa drži, da so domača vina starana manj časa kakor komercialna, to je lahko zaradi manjše možnosti hranjenja ali neučakanosti vinarja. V domačih vinih je navadno manj SO<sub>2</sub> in histamina, to je dveh spojin, ki sta krivi za večino alergičnih reakcij na vino (Jastrzębska, 2021).



Slika 5 Industrijska pridelava vina

(<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.materialsperformance.com%2Farticles%2Fmaterial-selection-design%2F2015%2F09%2Fwineries-equipment-materials-and-corrosion&psig=AOvVaw1bfiTbq0liUzeikJPoXMA-&ust=17132892283> )

## Cilji in problem naloge

Pri projektnem delu sva želela preveriti, kakšne so kemijske razlike med različnimi vini in ali lahko te razlike pripiševa spremenljivkam, kot so cena, starost ali industrijska proizvodnja oz. odsotnost le-te, ter primerjati te rezultate pri belih in rdečih vinih. Zanimalo naju je tudi, kako natančni so podatki, ki so označeni na embalažah vin in ali se ti podatki s staranjem vina spremenijo.

Pridobivanje natančnih in celovitih informacij o kakovosti vin je ključno za vinarje, potrošnike in celo regulatorne agencije. Različne kemične in fizikalne lastnosti vina, kot so pH, alkoholna stopnja, vsebnost sladkorja, vinske kisline in SO<sub>2</sub> igrajo pomembno vlogo pri določanju kakovosti in značilnosti vina. Vendar pa se lahko te lastnosti razlikujejo glede na različne dejavnike, kot so starost vina, cena in izvor (domače vino ali industrijsko pridelano). Razumevanje teh razlik in njihov vpliv na kakovost vina je ključno za izboljšanje procesov pridelave in ocenjevanja ter za zagotavljanje zadovoljstva potrošnikov.

Cilji te naloge so osredotočeni na razumevanje vpliva različnih dejavnikov, kot so starost, cena in izvor vina, na njegove kemične in fizikalne lastnosti ter posledično na njegovo kakovost. Osredotočila sva se tudi na primerjanje pomembnih dejavnikov v različnih vinih. Z analizo teh lastnosti sva želela pridobiti globlje vpoglede v procese pridelave in ocenjevanja vina ter raziskati, kako lahko te informacije koristijo tako vinarjem pri izboljšanju kakovosti vina kot tudi potrošnikom pri izbiri najboljšega vina glede na njihove preference.

## Hipoteze

1. Rdeča vina bodo imela višji pH od belih vin.
2. Izmerjena količina alkohola v starejših vinih bo nižja od količine, označene na steklenici.
3. Izmerjena količina sladkorja v suhih vinih bo opazno nižja kot v sladkih vinih.
4. Rdeča vina bodo imela manjšo količino vinske kisline kot bela vina.
5. Rdeča vina bodo imela manjšo količino SO<sub>2</sub> kot bela vina.
6. Domača vina bodo imela večjo količino SO<sub>2</sub> od komercialnih.

## Metode dela

### 1.6 Reagenti in raztopine

Pri raziskavi sva uporabila naslednje snovi:

- Fenolftalein,
- Jodovica,
- NaOH, 1,0 M,
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 M,
- 2 % vodna raztopina škroba.

### 1.7 Vina

Pri analizah sva uporabila šest različnih vin:

#### 1.7.1 Sivi Pinot

Prvo od petih vin, ki sva jih analizirala, je bilo belo vino iz Goriških Brd, letnik 2022. Pridelala in napolnila ga je klet Kristančič. Vino je suho, kar nam pove, da je v njem manjša količina sladkorja in da je okus bolj kisel. Na etiketi ima označenih 13 % alkohola in podatek, da vsebuje sulfite. Ker vino prihaja iz Goriških Brd, to je kraja, ki slovi po svojih vinih, sva pričakovala, da bo vino kvalitetno, saj so ga proizvedli izkušeni vinarji. Na kakovost njihovega vina ne vpliva le njihov prefinjen proces pridelave, pač pa tudi geografija. Pri vinih Goriških Brd se kaže vpliv bližine morja. Pestri griči pripomorejo k boljši kvaliteti, spretnost vinarjev pa je ta vina postavila na oder sveta (Nemanič, 2011).

#### 1.7.2 Laški Rizling

To je belo in suho vino, ki sva ga izbrala iz dveh razlogov. Vino prihaja iz Metlike, torej iz Dolenjske. To je bilo pomembno, saj sva želela najti slovenska vina, katerih vinogradi so čim bolj oddaljeni drug od drugega. Menila sva tudi, da je Dolenjska pomembna regija za vinogradništvo v Sloveniji. Dodaten razlog je še, da je gre za steklenico letnika 2007, kar je bilo nujno zato, ker sva potrebovala eno starano rdeče in eno starano belo vino. Na steklenici piše, da je v vinu 12,5 % alkohola in brez prisotnosti sulfita, saj ta ni omenjen (Nemanič, 2011). Vino je proizvedla KZ Metlika z.o.o.

#### 1.7.3 Domači Rumeni muškat

Zadnje belo vino, ki sva ga analizirala, je domače belo vino iz Prlekije. Vino je letnik 2022 in naj bi vsebovalo 9,5 % alkohola.

Prlekija je v vinarskem svetu svetovno znana po svojih kvalitetnih sladkih belih vinih. Poleg vrhunskih pridelovalcev pa ima vlogo tudi geografija. Prlekija, ki je locirana v severovzhodnem delu Slovenije, je polna ravnin in manjših gričev, vpliva morja pa tam zagotovo ni.

Ker je vino domače, to pomeni, da ni bilo pridelano v velikih industrijskih kletih in vinogradih. To vino je bilo pridelano v manjšem vinogradu, v manjših količinah, saj ni namenjeno trgovskim policam, pač pa le za prijatelje in znance dobrega vinarja.

### 1.7.4 Grozd Merlot

Za naslednjo analizo naju je zanimalo, če se bodo izmerjeni podatki kaj raziskovali v nekem manj kvalitetnem vinu, zato sva se odločila, da bo ena od šestih analiz na najcenejšem rdečem vinu, ki sva ga našla v trgovini. Za cel liter vina Grozd Merlot sva odštela dobre tri evre, kar je v primerjavi z drugimi vini, ki sva jih analizirala, precej ceneje. Vino je suho rdeče in vsebuje 12 % alkohola, na etiketi ima tudi omenjeno vsebnost sulfatov.

To je edino vino, ki ne prihaja iz Slovenije, pač pa iz Hrvaške. Na etiketi o izvoru vina ne piše veliko, omenjeno je le, da je bilo pakirano v Poreču, torej regiji, ki je na Hrvaškem znana po svojem vinu (bližina morja). To ne pomeni, da je tam grozdje tudi raslo, saj na etiketi piše le kraj podjetja, katero je vino pakiralo. Prav tako na etiketi ni naveden letnik vina.

### 1.7.5 Syrah

Starano rdeče vino, ki sva ga analizirala, je rdeče vrhunsko suho vino iz Goriških Brd. Pridelala in polnila ga je vinska klet »Goriška Brda« z.o.o. Letnik vina je 2005 in vsebuje 14 % alkohola ter sulfate.

### 1.7.6 Domača Modra frankinja

To vino prav tako izhaja iz Prlekije, dežele, ki ni znana po svojih rdečih vinih. Sorta grozdja je Modra frankinja, nama pa je pridelovalec tudi zaupal, da so v majhnih količinah prisotna tudi ostala rdeča grozdja. Vino na etiketi nima zapisanega procenta alkohola. Zanimalo naju je, kakšne razlike bova opazila, ko ga bova primerjala z drugima rdečima vinoma.

## 1.8 Naprave in pripomočki

Pri raziskavi sva uporabila naslednje naprave :

- LabQuest 2 »računalnik« oz. zbiralec podatkov, ki je bil ključen pri merjenju pH
- pH meter, ki sva ga priključila na zbiralec podatkov
- ebulioskop
- spektrometer.

Laboratorijski pribor, ki sva ga uporabljala:

- bireta in stojalo za nevtralizacijsko jodometrično titracijo
- čaše
- erlenmajerice
- pipete.

### 1.8.1 pH meter

Pri merjenju pH lahko uporabljamo več različnih načinov, kot na primer lakmusov papir. Vendar so take metode nenatančne, zato sva za to projektno nalogo uporabila pH meter za direktno merjenje, z merilnim delom sestavljenim iz referenčne elektrode in merilne elektrode, ki sta pokriti z zelo tankim steklom iz silicijevega dioksida. Zaželeno je, da je steklo zelo tanko (0,1 mm), saj mora prepuščati vodikove ione, s količino katerih merimo pH.

### 1.8.2 Ebulioskop

Pri merjenju alkohola govorimo o količini etanola v vinu. Za merjenje le-tega lahko uporabljamo različne refraktometre ter hidrometre, najbolj zanesljiv pa je ebulioskop. Sestavljen je iz glavnega dela z grelcem ter hladilnika z 'dimnikom' s priloženo epruveto, skalo za alkohol ter termometrom. Na glavnem delu imamo dve luknji; v eno privijemo hladilnik, v drugo pa točimo tekočine, katerim merimo vsebnost alkohola.

### 1.8.3 Spektrometer

Pri merjenju sladkorja uporabljamo ročni spektrometer. Ta deluje s pomočjo svetlobe, ta se namreč glede na količino sladkorja v vinu različno 'lomi'. Z razliko v lomih svetlobe lahko določimo natančnejšo količino sladkorja.



Slika 6 Refraktometer ( <https://www.vinarskepotreby.cz/refraktometr.html> )

## 1.9 Potek analiz

Analize sva izvajala v šolskem laboratoriju. Za vsak vzorec vina sva izvedla pet analiz, pri katerih sva raziskovala:

- Količino vinske kisline
- Količino SO<sub>2</sub>
- Vrednost pH
- Količino alkohola
- Količino sladkorja

### 1.9.1 Analiza količine vinske kisline

Da sva izmerila količino vinske kisline, sva naredila nevtralizacijsko titracijo. To sva izvedla tako, da sva v kislo vino počasi kapljala titrant bazo NaOH, dokler nisva dosegla nevtralnega pH, čemur pravimo ekvivalentna točka titracije. Ekvivalentno točko sva opazila s pomočjo indikatorja fenolftaleina, ki je v kislih raztopinah brezbarven, v bazah pa vijoličen. Potem sva iz količine porabljene NaOH z nam znano množinsko koncentracijo (mol/L) izračunala količino vinske kisline v vinu.

Za samo titracijo sva pripravila stojalo, prižemo ter bireto, kakor je prikazano na sliki. Pred titracijo sva bireto sprala z NaOH za spiranje z namenom, da bi bireto sprala, da so bi bili rezultati čim bolj pravilni. V 250 ml erlenmajerico s širokim vratom sva odpipetirala 25 ml vina, ki sva ga želela titrirati, zraven sva dodala tudi toliko destilirane vode, da sva v erlenmajerici imela približno 100 ml tekočine. Nato sva dodala 2 do 3 kapljice fenolftaleina ter vse skupaj dobro premešala. Pod erlenmajerico sva položila papirnato brisačko, da bi lažje opazila spremembo barve.

Pri sami titraciji sva neprestano mešala vsebino erlenmajerice, v to pa počasi spuščala titrant (NaOH), to sva počela do omenjene spremembe barve. Po spremembi barve sva bireto zaprla, odčitala volumen porabljene NaOH ter vse uporabljene pripomočke očistila. Bireto sva po izpraznitvi 2 do 3-krat sprala z destilirano vodo

## 1.9.2 Analiza količine SO<sub>2</sub>

Za določanje količine SO<sub>2</sub> sva uporabila jodometrično titracijo, ki se imenuje 'the ripper'. Jodometrična titracija je titracija, ki kot titrant uporabi jodovico, to je raztopina joda v vodi, v kateri je KI, ki poveča topnost sicer nepolarnega joda. V titraciji se kot indikator uporablja škrob, saj se bo nanj jod vezal šele potem, ko se bo vezal na vse razpoložljive molekule SO<sub>2</sub>. Škrob z jodom reagira s temno vijolično barvo, ki nam po nakazala konec titracije. Ker pri titraciji pride do menjave elektronov – oksidacije in redukcije, taki titraciji pravimo redoks titracija. Kot že omenjeno, v kemični sestavi vina je žveplo v vinu prisotno v vezani in nevezani obliki. Ko pri titraciji porabimo ves nevezani SO<sub>2</sub>, se bo počasi vezani SO<sub>2</sub> začel sproščati ter nadomestil porabljen nevezan žveplov dioksid. Ta proces nam rahlo otežuje titracijo, saj se s pretečenim časom količina vezanega SO<sub>2</sub> spreminja, ker aktivno poskuša nadomestiti nevezan žveplov dioksid, ki je reagiral z jodom, kar nam seveda spremeni rezultate. Pri tej titraciji moramo tako delati hitro. Prav tako nam količina nevezanega SO<sub>2</sub> ne pove celotne količine žvepla prisotnega v vinu, zato rabimo narediti še eno titracijo, v kateri bomo pred titriranjem vezano žveplo 'odvezali'.

Sistem za titracijo je enak kot pri nevtralizacijski titraciji, s to razliko, da kot titrant uporabljamo 0,02 M jodovico, ne pa NaOH.

Pri prvi titraciji sva v erlenmajerico z širokim vratom odpipetirala 50 ml vzorca vina. Vinu sva potem dodala 5 ml 0,25 M žveplove kisline (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Kisline dodamo z namenom nižanja pH, v katerem bo SO<sub>2</sub> prisoten v molekularni obliki, ki bo potem reagirala z jodom. Pred kislino sva dodala še 10 ml 2 % vodne raztopine škroba. Vse skupaj sva dobro zmešala ter takoj začela s titracijo. Titrirala sva, dokler se cela tekočina ni obarvala temno-vijolično ter da te barve ni izgubila takoj. Ko se je tekočina obarvala in ni izgubila barve, sva izmerila volumen porabljene jodovice. Snov se je zaradi prej omenjenih procesov kasneje razbarvala, vendar to ni več pomembno, saj sva že dobila prave rezultate.

Pri drugi titraciji sva za 'odvezanje' SO<sub>2</sub> uporabila 1,0 M NaOH, ki bo razbil molekule z vezanim žveplovim dioksidom. Ker sva dobila večjo količino žveplovega dioksida, kot pri prejšnji titraciji, sva namesto 50 ml uporabila le 20 ml vina. Temu sva še dodala 5 ml NaOH ter ga pokritega pustila 10 minut, da baza opravi prej omenjeno. Po desetih minutah sva v erlenmajerico dodala enako količino škroba ter 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5 ml več kot prej, zato ker se je pH zaradi dodanega NaOH povišal. Enako kot prej sva takoj začela s titracijo, ki je bila tudi izvedena do spremembe barve v temno vijolično. Po titracijah sva očistila vse pripomočke, kakor pri nevtralizacijski titraciji. Pri obeh titracijah sva imela kar nekaj težav z iskanjem ekvivalentne točke, sploh pri rdečih vinih, pri katerih je težko opaziti razliko med temno rdečo in temno vijolično.

## 1.9.3 Analiza vrednosti pH

pH sva analizirala s pomočjo pH metra. Pred uporabo pH metra moramo le-tega najprej umeriti z dvema pufroma z že znanimi vrednostmi pH. Po vsakem merjenju in umerjanju merilni del speremo z destilirano vodo ter ga obrišemo s papirnato brisačko. Ko ni v uporabi, je pH meter pomočen v pufru, da se ne izsuši. Vsak vzorec vina sva imela v čaši poleg pH metra in po tem, ko sva napravo umerila, sva elektrodo potopila v vino. Z ekrana naprave sva pH vrednost odčitala in ga shranila. Za vsako vino sva pH meritev opravila dvakrat, da bi dobila čim bolj natančne rezultate. Zaradi naprednosti naprave je bil postopek zelo enostaven, natančen ter hitro opravljen,



### **1.9.4 Analiza količine alkohola**

Analize alkohola so bile zahtevnejše kot meritve kakor pH, ampak sva po šestih analizah ta postopek dobro izpopolnila. Ebulioskop sva umerila, da sva v njem zavrela zavremo primerno, na priloženi epruveti označeno količino destilirane vode ter iz termometra odčitala temperaturo vrelišča, ki se zaradi različnih razlogov, kot so na primer različne nadmorske višine, razlikuje od 100°C. To temperaturo sva na priloženi skali nastavila kot 0 % etanola. Preden sva izmerila vrelišče vina, sva morala ebulioskop sprati z njim, da bi bili rezultati točni. Količino vina, ki sva ga dala v ebulioskop, sva imela, tako kot pri vodi, označeno na priloženi epruveti. Ko sva zavrela vino in sva odčitala vrelišče, pogledala na skalo ter razbrala količino alkohola v njem. Ker alkohol prej zavre, je nižje vrelišče pomenilo višjo vsebnost alkohola. Prav tako sva si pri analizi pomagala s čašami, v katere sva nalila vino ter ostanke vretja ter spiranje.

### **1.9.5 Analize količine sladkorja**

Za analizo količine sladkorja sva uporabila ročni spektrometer. Pri merjenju z ročnim refraktometru sva dvignila del, ki ščiti močno občutljivo stekelce, ter na stekelce s kapalko kanila 1 ali 2 kapljici vzorca – v najinem primeru vina. Stekelce sva potem spet pokrila in ga obrnila proti soncu/viru luči. Na nasprotni strani refraktometra sva medtem odčitala količino sladkorja (leva stran). Po končani uporabi sva stekelce obrisala z mehкими papirčki, ki so bili zmočeni z destilirano vodo.

### **1.9.6 Obdelava podatkov**

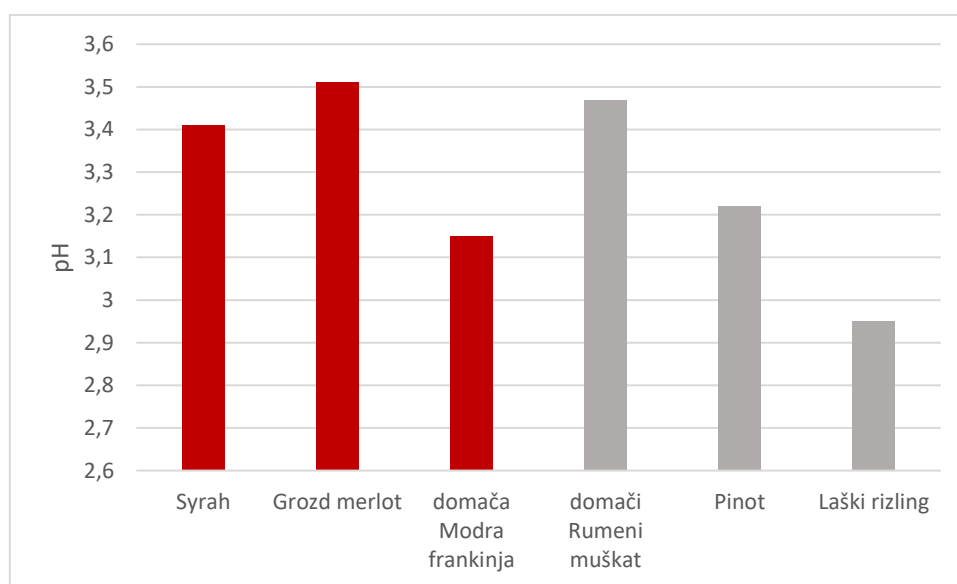
Podatke sva skozi potek celotne raziskovalne naloge zbirala v laboratorijskem dnevniku in jih kasneje zabeležila v tabelo v računalniškem programu Excel.

## Rezultati

Vino	pH	Alkohol [%]	Sladkor [%]	Vinska kislina [g/L]	SO <sub>2</sub> [mg/L]
Syrah	3,41	13,3	7,2	3,752	115,3
Grozd merlot	3,51	11,8	6,3	3,077	102,5
Domača Modra frankinja	3,15	11,3	13,1	2,401	140,9
Domači Rumeni muškat	3,47	9,8	13,8	5,223	243,0
Pinot	3,22	13,1	7,1	6,063	230,6
Laški rizling	2,95	10,9	5,5	5,974	96,1

Tabela 1 Rezultati vseh meritev

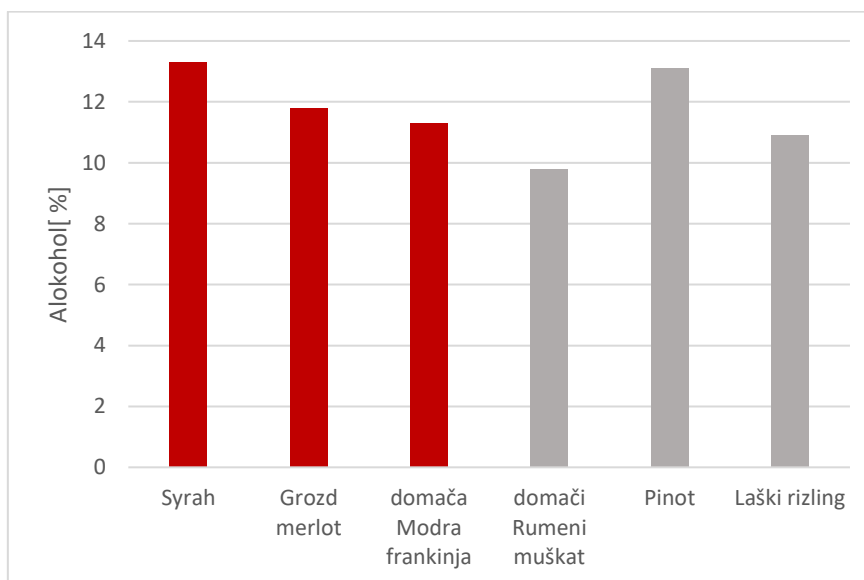
### 1.10 pH



Graf 1 pH vin

Kot je razvidno iz grafa 1, je pH najvišji pri vinu grozda Merlot z 3,51, najnižji pa Laški rizling s pH vrednostjo 2,95. Povprečen pH vin je bil 3,29, s tem da je bil povprečni pH rdečih vin 3,36, povprečje belih vin pa 3,21.

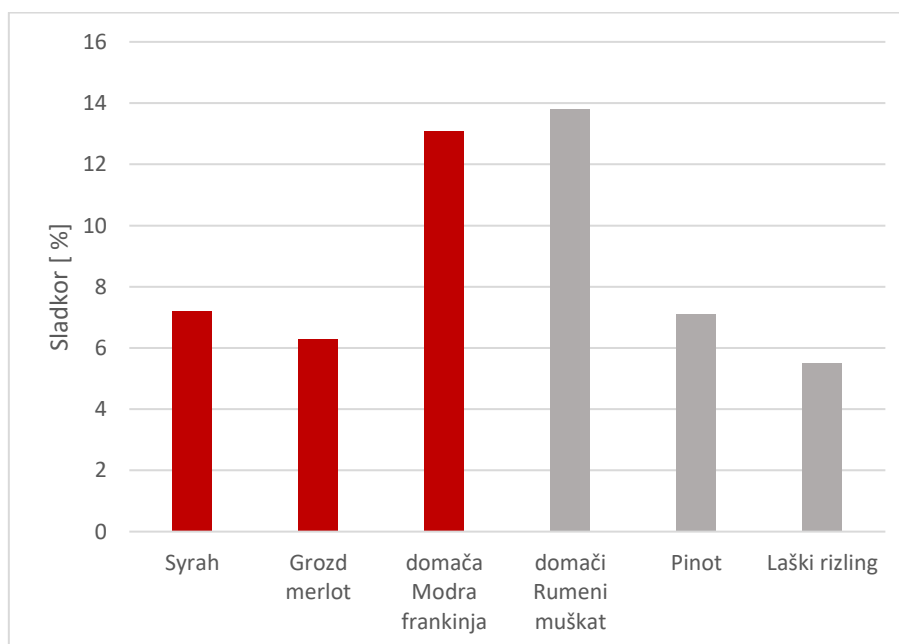
## 1.11 Količina alkohola



Graf 2 Količina alkohola v vinih

Kot lahko vidimo na grafu 2, ima največjo količino alkohola vino Syrah pri 13,3 % alkohola, najmanjšo količino pa domači Rumeni muškat, ki ima 9,8 % alkohola. Povprečen odstotek alkohola vin je bil 11,7 %, s tem da so imela rdeča vina višje povprečje z 12,1 % v primerjavi z belimi pri 11,3 %.

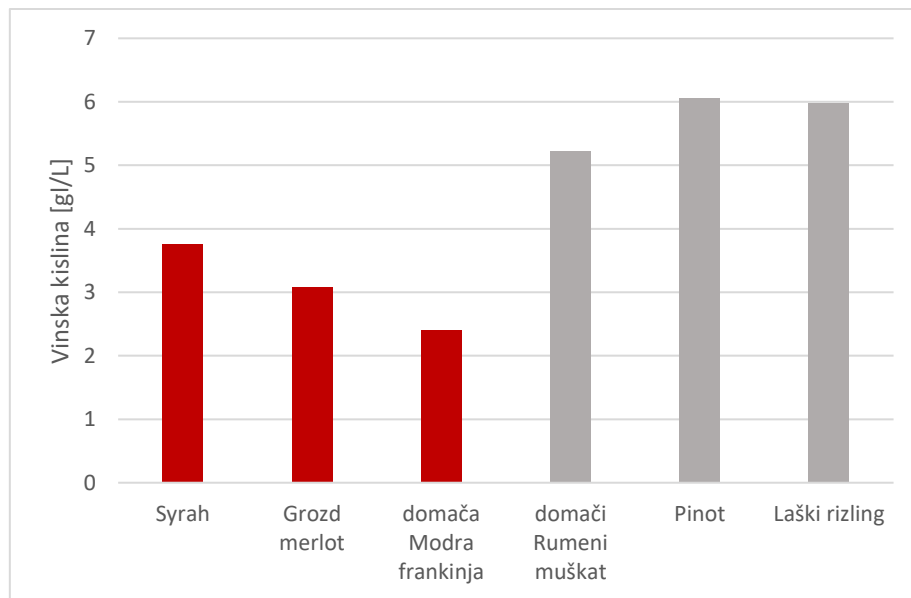
## 1.12 Količina sladkorja



Graf 3 Količina sladkorja v vinih

Na grafu 3 lahko opazimo najvišjo količino sladkorja pri domači Modri frankinji z 13,1 % in pri domačem Rumenu muškatu, ki ima 13,8 % sladkorja, suhi Grozd Merlot, ki ima 6,3 % in suhi Laški Rizling s 5,5 % sladkorja pa sta bila vini z najnižjima odstotkoma sladkorja.

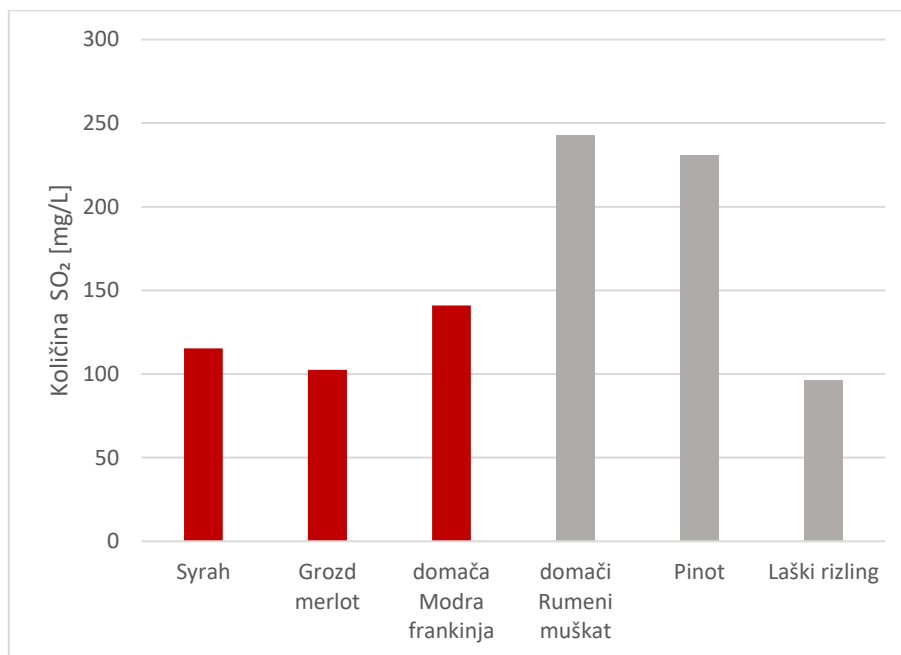
### 1.13 Količina vinske kisline



Graf 4 Količina vinske kisline v vinih

Na grafu 4 jasno vidimo, da imajo bela vina veliko večjo koncentracijo vinske kisline z povprečno masno koncentracijo 5,753 g/L, največjo pa ima vino Pinot, z 6,063 g/L. Rdeča vina imajo povprečno koncentracijo 3,077 g/L, najmanj vinske kisline pa je bilo prisotne v domači Modri frankinji, ki je te imela 2,401 g/L.

## 1.14 Količina SO<sub>2</sub>



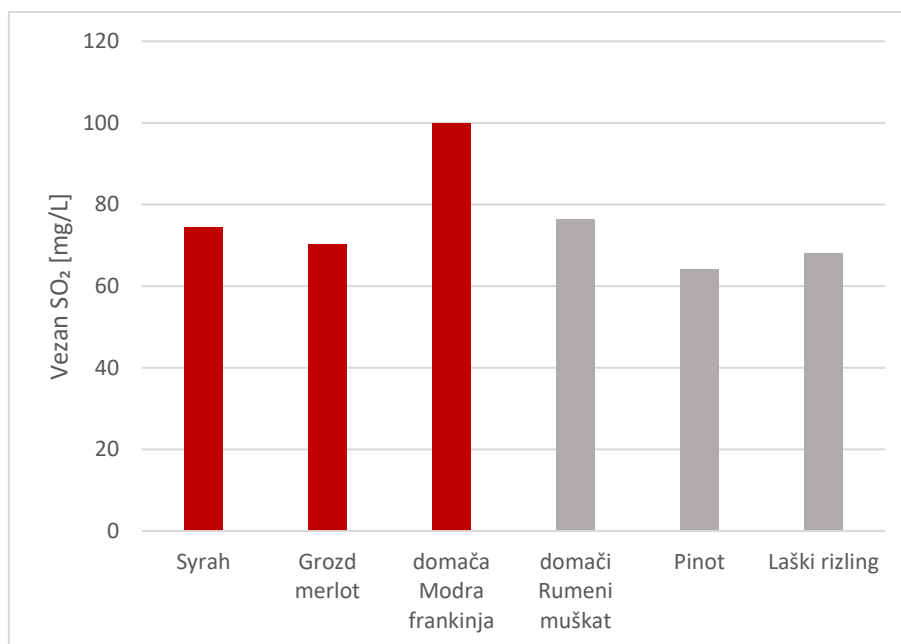
Graf 5 Količina SO<sub>2</sub>

Kot lahko vidimo na grafu 5, je bila količina SO<sub>2</sub> v povprečju v belih vinih mnogo višja, pri 189,9 mg/L, kot pri rdečih vinih z povprečjem 119,6 mg/L. Daleč največji količini SO<sub>2</sub> pa sta prisotni v domačem rumenem muškatu, ki je tega imel kar 243 mg/L, ter v Pinotu, s 230,6 mg/L. Po drugi strani je imel najmanj SO<sub>2</sub> od vseh vin v Laškem rizlingu, ki je tega imel le 96,1 mg/L.

Vino	Celoten SO <sub>2</sub> [mg/L]	Vežan SO <sub>2</sub> [mg/L]	Nevežan SO <sub>2</sub> [mg/L]
<b>Syrah</b>	115,3	74,3	41
<b>Grozd merlot</b>	102,5	70,2	33,3
<b>Domača Modra frankinja</b>	140,9	99,9	41
<b>domači Rumeni muškat</b>	243	76,5	166,5
<b>Pinot</b>	230,6	64,1	166,5
<b>Laški rizling</b>	96,1	67,9	28,2

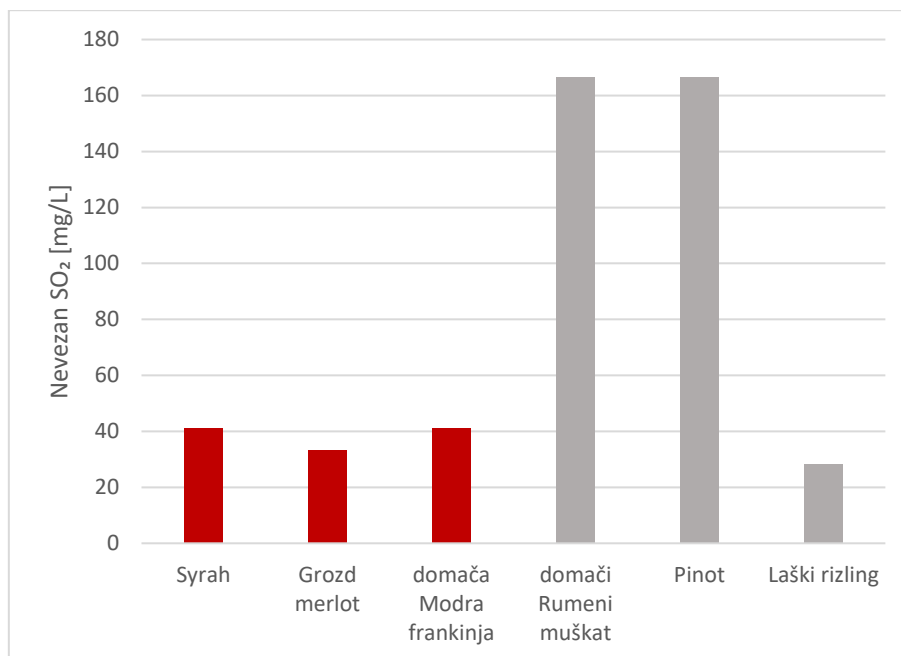
Tabela 2 Vežan in nevežan SO<sub>2</sub>

### 1.14.1 Količina vezanega SO<sub>2</sub>



Graf 6 Vežan SO<sub>2</sub>

### 1.14.2 Količina nevezanega SO<sub>2</sub>



Graf 7 Nevezan SO<sub>2</sub>

## Razprava

Meritve so torej pokazale, kot razvidno na grafu 1, da so imela rdeča vina višji povprečen pH kakor bela. To je bilo pričakovano, saj ima rdeče vino drugačen proces pridelave, rdeča vina pri maceraciji, katere namen je predvsem pridobitev arom in barve, namreč pridobijo nekatere spojine, ki vinu potem višajo pH. Na grafu lahko prav tako opazimo netipično nizek pH domačega rdečega vina, ki je lahko posledica mnogih faktorjev v proizvodnji vina. Tak faktor je lahko na primer čas trgatve, manj zrelo grozdje je namreč bolj kislo, ali pa vrsta grozdja, saj so nekatera grozdja bolj kisla kot druga. Na Ph lahko seveda prav tako vpliva regija trgatve, z mnogimi vplivi, kot so podnebje, količina sonca ter prst (glej poglavje *Grozdja rdečega vina*). Najini rezultati so se z literaturo ujemali pri belih vinih, pri rdečih vinih pa so bila povprečja nižja kot pričakovano. Za bela vina smo pričakovali pH okoli 3-3,5, rdeča vina pa okoli 3,5-3,7. (Nemanič, 2011)

Na grafu 2 lahko vidimo, da so imeli rdeča vina v povprečju rahlo višjo količino alkohola kakor bela vina. Te rezultati se skladajo z literaturo ter z nekakšnim 'dogovorom' med vinarji, in sicer da imajo rdeča vina navadno rahlo višji odstotek alkohola. Po informacijah, ki sva jih zasledila, do tega pojava pride izključno zaradi preference vinarjem ter uživalcev vin, ki menijo da je višja količina alkohola v rdečih vinih dobrobitna za uživanje le-tega.

Iz tretjega grafa lahko razberemo, da imajo rdeča in bela vina podobne količine sladkorja, z dvema vinoma z opazno večjim odstotkom le-tega. Do teh dveh 'anomalij' je prišlo, ker sta obe vini klasificirani kot sladki vini, za katera je značilna večja količina sladkorja. Ostala vina spadajo med suha vina, katera so opazno manj sladka. Povprečen odstotek sladkorja v sladkih vinih je bil 13,4 %, s povprečjem suhih pri 6,5 %, torej več kot dvakrat nižja koncentracija sladkorja v suhih vinih. Da sta bili obe sladki vini ravno domači je naključno.

Na grafu 4 opazimo opazno veliko razliko v količini vinske kisline med rdečimi in belimi vini. Če najine rezultate primerjamo z prebrano literaturo imava podobne rezultate, iz vidika tega, da imajo bela vina večjo količino vinske kisline kot rdeča vina, vendar pa je razlika med vini mnogokrat višja kot pričakovano, česar v najinih virih nisva zasledila ter prav tako ne moreva razložiti. Količina sladkorja med rdečimi ter belimi vini naj bi se razlikovala za le približno 14%. (Eisenman, 1998)

Graf 5 nam jasno pokaže da imajo rdeča vina nižjo količino SO<sub>2</sub>, kar je skladno s snovjo, prebrano iz literature. Do tega pride zaradi snovi, ki preprečujejo oksidacijo, ki se v rdečih vinih pojavljajo v višjih koncentracijah kot v belih, ter je tako potrebno dodajati nižjo količino SO<sub>2</sub>, katerega funkcije je prav tako preprečevanje oksidacije.

Če primerjamo rezultate na grafih 6 in 7, opazimo, da količine vezanega SO<sub>2</sub> ne odstopajo niti približno toliko kot količina ne vezanega. V štirih od treh vin je bilo razmerje med vezanim in nevezanim SO<sub>2</sub> približno 2:1, vendar dve vini popolnoma odstopata od ostalih z obratnim razmerjem – 1:2. Razmerja lahko jasno vidimo na tortnih prikazih. To povečano količino nevezanega SO<sub>2</sub> lahko pripišemo nadpovprečno veliki količini vsega SO<sub>2</sub> v obeh vinih, saj sta obe vini imeli več kot 200 mg/L SO<sub>2</sub>, kar je visoko nad normo za bela vina (glej poglavje *Količina SO<sub>2</sub>*). Vezana količina SO<sub>2</sub> je bila v vseh treh belih vinih zelo podobna (med 60 in 75 mg/L), saj je to količina SO<sub>2</sub>, ki ga vino potrebuje za preprečevanje oksidacije, ostalo je večinoma zgolj odvečna količina SO<sub>2</sub> in se ne more nikamor vezati.

## Sklep

Prvo hipotezo sva uspešno potrdila, saj so imela rdeča vina, kot napisano v *Razprava in diskusija*, v povprečju višji pH kakor bela. Do razlike v pH pride predvsem zaradi maceracije rdečih vin, pri tej se iz kožic grozdja med drugim v mošt sproščajo kalijevi ioni, ki se vežejo na vinsko in druge kisline ter vinu višajo pH (Eisenman, 1998). pH vrednosti rdečih vin pa so bile sicer nižje, kot sva pričakovala, z le enim od vin v rangju 3,5-3,7 pH, kot je bilo predvideno v literaturi. Z omejenim številom analiziranih vin ne moreva zanesljivo potrditi, kaj je bil razlog za tak nenavadno nizek pH. Nanj bi lahko vplivalo vse: od vrste grozdij, regije, iz katere vino prihaja, ter tudi starost vina. Če bi nalogo nadaljevala oz. ponovila, bi predlagala večjo količino analiziranih vin, da bi lažje potrdila, kateri od prej omenjenih faktorjev najbolj vpliva na ta nižji pH. Ker pa je taka obsežna analiza dolgotrajna in dražja, bi bila potencialna rešitev analiziranje vin zgolj ene regije. Tako bi se znebili ene od spremenljivk ter potrebovali mnogo manjšo količino vin za dokazovanje drugih.

V drugi hipotezi sva predvidevala, da se bo v starejših vinih na steklenici označena količina alkohola razlikovala od dejanske količine in sicer da bo slednja nižja od primarno označene. Tudi to hipotezo lahko potrdiva, saj se v rdečem vinu Syrah izmerjena količina od označene razlikuje za 0,7 %, v belem Laškem rizlingu pa je razlika še bolj opazna za 1,6 %. Pri drugih analiziranih vinih razlike ni bilo ali pa je bila minimalna - najvišja je bila za 0,2 %, kar lahko pripiševa napaki pri najinem ali, malo manj verjetno, proizvajalčevem merjenju. Do te spremembe v količini alkohola v vinu pride, ker alkohol z raznimi kisljinami v vinu tvori estre, ki jih je s časom vedno več. Estri se sicer tudi vračajo nazaj v kisline ter alkohol, zaradi česar je pri nekaterih vinih staranje zaželeno, ampak kljub temu količina alkohola v vinu praviloma pada.

Pri tretji hipotezi sva opazovala količine sladkorja v vinih, saj sva sklepala, da bodo vina, ki so bila označena kot suha, imela veliko nižje koncentracije sladkorja kot sladka ter bova tako lahko brez opazovanja etiket določila ali je vino sladko ali suho. Kot lahko vidimo v poglavju *Razprava in diskusija*, sva pri dveh vinih zaznala mnogo višjo količino sladkorja kot pri ostalih štirih. Povprečje med njima je 13,4 %, medtem ko je povprečje ostalih štirih le 6,5 %. Iz tega sva ugotovila, da sta naključno obe domači vini sladki, medtem ko so ostala suha. Najine ugotovitve so v skladu z oznakami etiket vin, ki so imela označeno suhost/sladkobo.

Pri četrti hipotezi sva predvidevala, da bo količina vinske kisline v rdečih vinih manjša kakor v belih. Hipotezo sva potrdila, saj je povprečna količina vinske kisline v belih vinih skoraj dvakrat višja od povprečne količine vinske kisline v rdečih vinih. Razlika med količinami v belih ter rdečih vinih je rahlo presenetljiva. Pričakovala sva, da se bodo vrednosti razlikovale veliko manj, saj sva v literaturi zasledila podatek, da je količina vinske kisline v belih vinih približno 0,8 %, v rdečih pa 0,7 %. Pri titriranju vin sva naletela na težavo, da je težko opaziti ekvivalentno točko zaradi podobne barve spojine ter reagenta, vendar bi lahko ta težava kvečjemu vplivala na višjo izmerjeno količino kisline zaradi zakasnele reakcije, torej to ni razlog za ta nepričakovan rezultat.

V najini peti hipotezi sva sklepala, da bodo imela rdeča vina manjše količine sulfatov. Manjša količina sulfatov je posledica naravno prisotnih antioksidantov prisotnih v rdečih vinih, kot na primer tanin. Ti antioksidanti so v rdečih vinih prisotni zaradi maceracije, ki se, kot je bilo omenjeno v pojasnjevanju prve hipoteze, razlikuje od maceracije belega vina. Pri maceraciji se



mnoge snovi iz kožic grozdja sproščajo v mošt, med drugim omenjeni antioksidanti. SO<sub>2</sub> ima ravno tako glavno funkcijo antioksidanta in ga posledično moramo dodati manj. Našo hipotezo sva ponovno uspela potrditi, saj imajo rdeča vina v povprečju 119,6 mg/L žveplovega dioksida, medtem ko ga imajo bela vina 189,9 mg/L.

Pri zadnji šesti hipotezi naju je zanimalo ali bodo imela domača vina višjo masno koncentracijo sulfidov, kakor domača. Do te hipoteze sva prišla preko razmišljanja, da domača vina niso namenjena veleprodaji. Namenjena so vinarjem, njihovim družinam ter bližnjim ter so tako bila izpostavljena manjši količini kontrole s strani države oz. prodajalca. Tako sva sklepala, da bodo vinarji raje uporabili rahlo večje količine žvepla, da ne bi slučajno prišlo do kisanja ter posledično uničenja vsega trdo pridelanega vina. Najin sklep se je izkazal za pravilnega. Med rdečimi vini je imelo z 140,9 mg/L največjo količino sulfidov domače vino, pri belih pa z 243 mg/L prav tako domače vino. Zadnjo hipotezo sva tako uspešno potrdila.

## Viri

Abey Singhe, S. K.; Greer, D. H.; Rogiers, S. Y.: *The effect of light intensity and temperature on berry growth and sugar accumulation in Vitis vinifera 'Shiraz' under vineyard conditions*. Vitis, National Wine and Grape Industry Centre, Charles Sturt University, Wagga Wagga, Australia. <https://researchoutput.csu.edu.au/en/publications/the-effect-of-light-intensity-and-temperature-on-berry-growth-and-2.11.2015>. Citirano: 8.3.2024

Carpena, Maria; Pereira, Antia G.; Prieto, Miguel A.; Simal-Gandara, Jesus: *Wine Aging Technology: Fundamental Role of Wood Barrels*. Mdpi, Foods, <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1160> . 23.8.2020. Citirano: 12.3.2024.

Carrascon, Vanesa; Bueno, Monica; Fernandez-Zurbano, Purificacion; Ferreira, Vicente: *Oxygen and SO2 Consumption Rates in White and Rosé Wines: Relationship with and Effects on Wine Chemical Composition*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.7b02762> . 2.10.2017. Citirano: 8.3.2024.

Conway, John: *Wine production worldwide from 1990 to 2022*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/397870/global-wine-production/#:~:text=Global%20wine%20production%201990-2022&text=In%202022%2C%20global%20wine%20production%20amounted%20to%20about%20258%20million%20hectoliters> . 29.8.2023. Citirano: 27.2.2024

Eisenman, Lum: *The Home Winemakers Manual*. Del Mar, 1998.

Jastrzębska, Aneta: *Determination of home-made wine selected parameters and study of honey addition impact on pro-healthy components content*. European Food Research and Technology, <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03934-4> . 4.1.2022. Citirano: 2.4.2024.

Jordão, António M.; Vilela, Alice; Cosme, Fernanda: *From Sugar of Grape to Alcohol of Wine: Sensorial Impact of Alcohol in Wine*. Mdpi, Alcohol Perception and Consumption. <https://www.mdpi.com/2306-5710/1/4/292> . 2.11.2015. Citirano: 12.3.2024

Kren, Miha: *Vpliv načina predelave grozdja na kemijsko sestavo vina*. Maribor: Univerza v Mariboru, 2016.

Mansour, Georges; Ghanem, Chantal; Mercenaro, Luca; Nassif, Nadine; Hassoun, Georges; Del Caro, Alessandra: *Effects of altitude on the chemical composition of grapes and wine: a review*. OENO One, <https://oeno-one.eu/article/view/4895> ,15.3.2022, Citirano: 17.3.2024

Nguyen, Thi: *VEN123L Video 4.1 - Sulfur Dioxide: Ripper*. UC Davis Information and educational technology, [https://video.ucdavis.edu/media/VEN123L+Video+4.1+-+Sulfur+Dioxide+Ripper/1\\_b0h6edme](https://video.ucdavis.edu/media/VEN123L+Video+4.1+-+Sulfur+Dioxide+Ripper/1_b0h6edme) . 11.8.2021. Citirano: 22.3.2024

Nemanič, Jurij: *Kako zmanjšati žveplo v vinu ali kakšne so alternativne rešitve?* PublishWall, [https://uploads.publishwall.si/publishwall\\_new/128711/pdfs/6455ff0362f5d.pdf](https://uploads.publishwall.si/publishwall_new/128711/pdfs/6455ff0362f5d.pdf) . 2019. Citirano: 8.3.2024

Nemanič, Julij: *Vinarstvo*. Ljubljana: Zavod IRC, 2011.

Reynolds, Dennis; Rahman, Imran; Bernard, Shaniel; Holbrook, Amy: *What effect does wine bottle closure type have on perceptions of wine attributes?* International Journal of Hospitality Management,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278431918302512?via%3Dihub> .

1.6.2018. Citirano: 7.3.2024

Robinson, Jancis: *The Oxford companion to wine*. Oxford New York: Oxford University Press, 2006.

Strobl, Mark: *Red Wine Bottling and Packaging*. Red Wine Technology,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128143995000220?via%3Dihub> .

11.1.2019. Citirano: 7.3.2024

Wheeler, S.J.; Pickering, G.J.: *The effects of Soil Management Techniques on Grape and Wine Quality*. Vitis, National Wine and Grape Industry Centre, Brock University, St

Catharines, Canada. <https://www.researchgate.net/publication/275963481> . Januar 2006.

Citirano: 12.4.2024.

Zraly, Kevin: *Windows on the world Complete wine course*. Sterling publishing.co, 2009.